

大断面トンネルにおける脚部沈下と対策工について

安藤ハザマ 正会員 ○戸田 皓 山岸 明広  
安藤ハザマ 正会員 日向 哲朗 松元 正俊

1. はじめに

朝日温海 4 号トンネルの TD370m 付近において、上半支保工の沈下量の急激な増加が確認された。  
本稿では、朝日温海 4 号トンネルで発生した変位増加および変状とその対策工について報告する。

2. R1-4 朝日温海道路 4 号トンネル工事の概要

2.1 工事概要

朝日温海道路は、新潟県から青森県までを繋ぐ延長約 322km の日本海沿岸東北自動車道のうち、新潟県と山形県の県境の朝日まほろばIC からあつみ温泉IC 区間の延長約 40km の道路である。  
表-1 に本工事の概要を示す。R1-4 朝日温海道路 4 号トンネル工事は、朝日温海道路のうち新潟県側から数えて 4 番目に位置する延長 1,185m の山岳トンネル工事である。

2.2 地質および支保パターン

図-1 に地質縦断図を示す。本トンネルの地質は、明神岩安山岩類、安山岩類火砕岩類、凝灰岩類が分布しており、終点側坑口部には大須戸層泥岩が分布している。本トンネルは、幅員 14m 程度であるため、国土交通省の大断面の支保パターンが採用されている。DIIパターンおよび D I パターンが代表的な支保パターンであり、地質が軟弱な箇所では、掘削補助工法（長尺鋼管先受け工、長尺鋼管鏡補強工等）が採用されている。

3. 変状の概要と原因の推定

TD369m の計測断面において沈下量および内空変位量が急激に増加した。計測結果は、沈下が天端 12.5mm、左側壁 51.6mm、右側壁 1.0mm、内空変位が 37.1mm であり、左側壁の沈下の変位速度は 20mm/日以上であった。そのため、早急に対策工が必要であった。  
TD369m の設計支保パターンは D I であったが、D II にて継続施工している。切羽の地質は凝灰角礫岩と火山礫凝灰岩が混在しており、掘削方向に対して左側に黄褐色の火山礫凝灰岩が確認されている（図-2）。この黄褐色の火山礫凝灰岩は、岩片を素手で容易に砕くことができるほど脆く、湧水により泥ねい化する脆弱な地質である。  
今回の変状原因は、切羽の左側に分布する黄褐色の火山礫凝灰岩が脆弱な地盤であったため、地盤の耐力不足によって上半支保工脚部が沈下したと推測される。

表-1 工事概要

|           |                                            |
|-----------|--------------------------------------------|
| 工 事 名     | R1-4 朝日温海道路 4 号トンネル工事                      |
| 発 注 者     | 国土交通省 北陸地方整備局                              |
| 施 工 者     | 安藤ハザマ・不動テトラ JV                             |
| 工 事 場 所   | 新潟県村上市                                     |
| 工 期       | 令和 2 年 2 月 1 日～令和 5 年 3 月 23 日             |
| トンネル延長    | L=1,185m                                   |
| 掘 削 断 面 積 | A=126.2m <sup>2</sup> ～144.9m <sup>2</sup> |
| 掘 削 方 式   | 機械掘削工法（NATM 方式）                            |

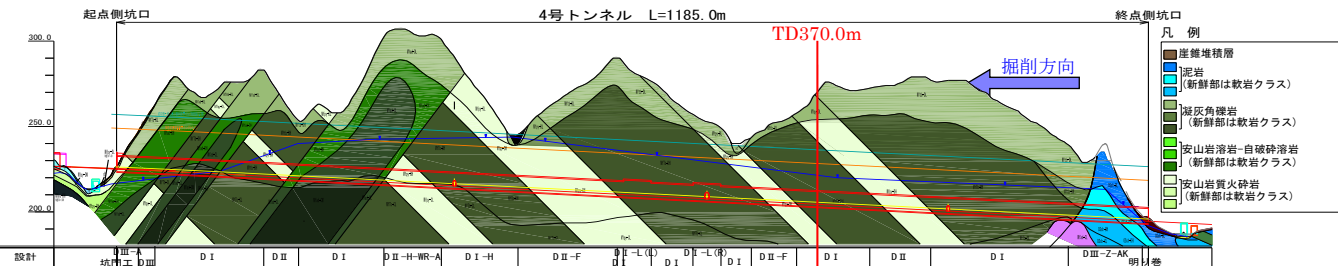


図-1 地質縦断図

キーワード 山岳トンネル，大断面，脚部沈下，一次インバート，仮インバート  
連絡先 〒105-7360 東京都港区東新橋 1-9-1 (株)安藤・間 TEL03-3575-6001

#### 4. 対策工とその効果

変状区間には、吹付けコンクリート ( $t=250\text{mm}$ ) による上半仮インバートを施工した。変位量が大きく巻厚不足となった区間については、縫返し作業を行い、一次インバート (インバートストラット(H-200) + インバート吹付け( $t=250\text{mm}$ )) を施工した。図-3 に仮インバート、一次インバートの対策工断面図、図-4 に対策工の縦断面図を示す。

掘削再開後、強風化した火山礫凝灰岩が約 65m 続いたため、一次インバートによる閉合を継続した。なお、一次インバートを施工する場合、通常の施工と比べ掘削高さが高くなり、切羽が崩落しやすくなる。吹付けやストラット設置時には、作業員が切羽直下に立入る必要があるため、肌落ち防止対策として、鏡吹付け ( $t=100\text{mm}$ ) および長尺鋼管鏡補強工 ( $\phi 76.3\text{mm}$ ,  $L=13.5\text{m}$ ) を施工し、鏡面の安定性を確保した。

図-5 に最も変位量が大きかった TD370m 付近における縫返し前後の計測結果、図-6 に一次インバートを実施しながら、トンネル掘削を進めた TD390m の計測結果を示す。切羽再開後の TD390m においても変状区間と同様の地質が確認されていたが、一次インバートを施工することで上半左側の沈下量を 35mm 程度に抑制できた。また、縫返し前後の計測結果を比較すると、一次インバートにより沈下量を抑制できている。

#### 5. おわりに

対策工として実施した一次インバートは、切羽再開時においても変位量を小さくすることができ、効果的な対策であったといえる。

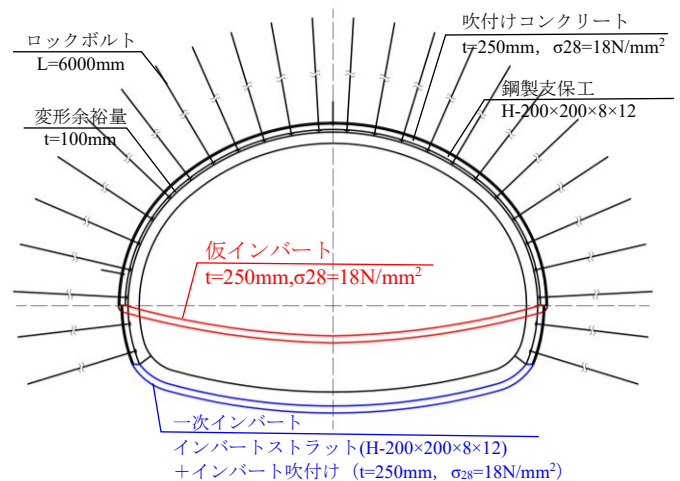


図-3 対策工断面図

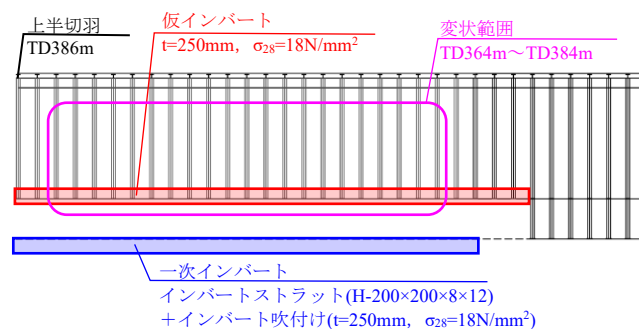


図-4 対策工縦断面図

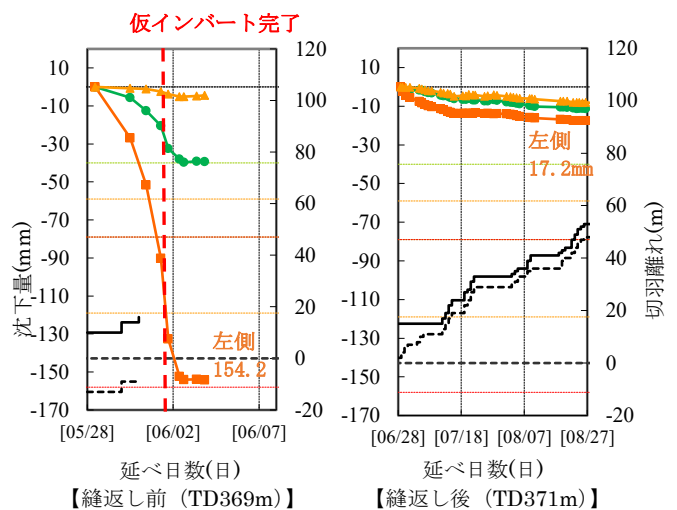


図-5 計測結果(TD370m 付近)

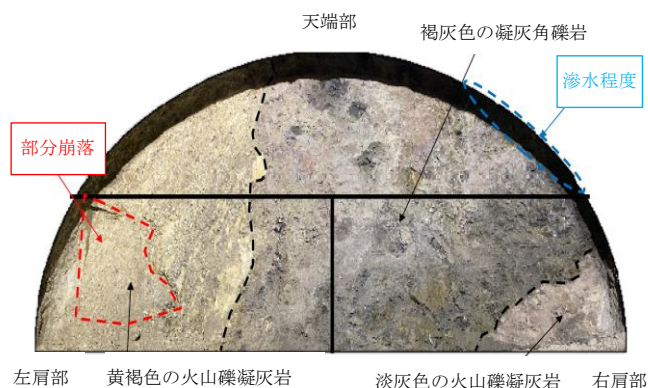


図-2 切羽写真 (TD369.0m)

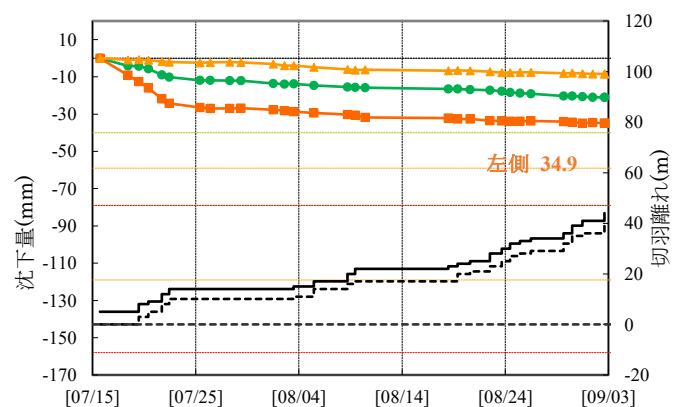


図-6 計測結果(TD390m)